

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки Приборостроение
Отделение школы (НОЦ) Электронной инженерии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Комплект эскизной документации макета оборудования, применяемого для проведения испытаний на коммутационную и механическую износостойкость

УДК 621.316.542-181.4::620.178.16

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ6В	Шемякин Александр Николаевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Иванова Вероника Сергеевна	К.Т.Н.		
Начальник БМС	Курочкин Вадим Дмитриевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков Артем Георгиевич	К.И.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Юлия Владимировна	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Нестеренко Тамара Георгиевна	К.Т.Н.		

Томск – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р1	Способность совершенствовать и повышать свой интеллектуальный и общекультурный уровень и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире;
Р2	Способность адаптироваться к новым ситуациям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности в понимании сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области.
Р3	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом; эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей; в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
Р4	Способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности в областях контроля качества продукции предприятий измерительной техники и точного приборостроения; приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности умения непосредственно не связанных со сферой деятельности.
Р5	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности при разработке средств измерения и контроля, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования в приборостроении..
Р6	Умение профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы

	<p>в соответствии с целями магистерской программы, организовывать технологическую подготовку производства приборных систем различного назначения и принципа действия, разрабатывать и внедрять новые технологические процессы с использованием гибких САПР и оценивать их экономическую эффективность и инновационные риски при их внедрении.</p>
P7	<p>Способность проектировать приборные системы и технологические процессы с использованием средств САПР и опыта разработки конкурентоспособных изделий; осуществлять проектную деятельность в профессиональной сфере на основе системного подхода.</p>
P8	<p>Умение разрабатывать методики проведения теоретических и экспериментальных исследований по анализу, синтезу и оптимизации методов измерения контроля и диагностики, используемых в приборостроении; способность разработать и проводить оптимизацию натурных экспериментальных исследований приборных систем с учётом критериев надёжности; использовать результаты научно-исследовательской деятельности и пользоваться правами на объекты интеллектуальной собственности.</p>
P9	<p>Умение организовывать современное метрологическое обеспечение технологических процессов производства приборных систем и разрабатывать новые методы контроля качества выпускаемой продукции и технологических процессов; решать экономические и организационные задачи технологической подготовки приборных систем и выбирать системы обеспечения экологической безопасности в производстве и при технологическом контроле.</p>
P10	<p>Способность проектировать математические модели анализа и оптимизации объектов исследования, выбирать численные методы их моделирования или разработать новый алгоритм решения задачи; выбирать оптимальные методы и программы экспериментальных исследований и испытаний, проводить измерения с выбором современных технических средств и обработкой результатов измерений.</p>
P11	<p>Способность формулировать цели, определять задачи, выбирать методы исследования в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных и патентных и других источников; разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию на объекты приборостроения, а также осуществлять системные мероприятия по реализации разработанных проектов и программ; составлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам исследовательской деятельности</p>

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки (специальность) Приборостроение
Отделение школы (НОЦ) Электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ6В	Шемякину Александру Николаевичу

Тема работы:

Комплект эскизной документации макета оборудования, применяемого для проведения испытаний на коммутационную и механическую износостойкость	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	16.11.2017, № 9068 / С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: испытательное оборудование для проведения испытаний на коммутационную и механическую износостойкость;</p> <p>Требования к оборудованию: соответствие техническим требованиям, указанным в ТЗ;</p> <p>Материалы: сталь марки 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-2014.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Задача: проанализировать рынок испытательного оборудования, выявить причину отсутствия готового ИО для испытаний на коммутационную и механическую износостойкость. Спроектировать ИО, соответствующее заданным техническим требованиям.</p> <p>Результат: комплект эскизной документации макета испытательного оборудования, соответствующего заданным техническим требованиям.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Сборочный чертеж приспособления, сборочный чертеж испытательного оборудования, чертеж основания, чертеж профиля, чертеж муфты.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Данков Артем Георгиевич</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Анищенко Юлия Владимировна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Проектирование испытательного оборудования</p>	
<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Иванова Вероника Сергеевна	К.Т.Н.		
Начальник БМС	Курочкин Вадим Дмитриевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ6В	Шемякин Александр Николаевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на 80 с., 28 рис., 15 табл., 14 источников, 7 прил.

Ключевые слова: испытательное оборудование, испытания на коммутационную и механическую износостойкость, испытания.

Объектом исследования является испытательное оборудование для проведения испытаний на коммутационную и механическую износостойкость.

Цель работы – спроектировать испытательное оборудования для проведения испытаний на коммутационную и механическую износостойкость, соответствующее заданным техническим требованиям.

В процессе исследования проводился анализ рынка испытательного оборудования, проектирование ИО с заданными требованиями, прочностной расчет конструкции.

В результате исследования выполнен комплект эскизной документации макета оборудования, применяемого для проведения испытаний на коммутационную и механическую износостойкость.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: номинальный момент - 5,41 Н*м; максимальная скорость вращения вала - 3000 об/мин; возможность установки коммутационных изделий различных габаритов.

Степень внедрения: техническое предложение.

Область применения: испытания на механическую износостойкость.

Экономическая эффективность/значимость работы: данное испытательное оборудование можно использовать для испытания изделий различных конструкций, что позволит проводить испытания в интересах других предприятий, выпускающих коммутационные изделия.

В будущем планируется представление технического проекта директору АО «Томский приборный завод» и дальнейшее решение о реализации данного проекта.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

испытательное оборудование: Средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний.

аттестация испытательного оборудования: Определение нормированных точностных характеристик испытательного оборудования, их соответствия требованиям нормативных документов и установление пригодности этого оборудования к эксплуатации.

испытания: Экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий.

муфта: устройство, предназначенное для соединения друг с другом концов валов и свободно сидящих на них деталей для передачи крутящего момента.

напряжения эквивалентные: Напряжение, под действием которого материал в условиях простого растяжения-сжатия оказывается в равноопасном состоянии с рассматриваемым сложным напряженным состоянием.

коэффициент запаса: Величина, показывающая способность конструкции выдерживать прилагаемые к ней нагрузки выше расчётных.

собственная частота: Частота свободного колебания системы.

Обозначения и сокращения

ИО – испытательное оборудование;
МО – министерство обороны;
РФ – Российская Федерация;
БД – база данных;
ИП – испытательное подразделение;
АО – акционерное общество;
ТУ – технические условия;
ГОСТ Р – государственный стандарт России;
ЕСКД – единая система конструкторской документации;
ЕСТД – единая система технологической документации;
ТЗ – техническое задание;
КИО – контрольно-испытательное оборудование;
ООО – общество с ограниченной ответственностью;
ЖК – жидкокристаллический;
НПО – научно-производственное объединение;
ССБТ - система стандартов безопасности труда.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 2.301 ЕСКД.
2. ГОСТ Р 8.568-97 ГСИ Аттестация испытательного оборудования.

Основные положения.

3. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования».
4. ГОСТ 12.1.005–88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
5. ГОСТ 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность.
6. ГОСТ 19.104 ЕСПД.

7. ГОСТ 19.106 Требования к программным документам, выполненным печатным способом.
8. ГОСТ 1050-88 Прокат сортовой, калиброванный.
9. ГОСТ Р ИСО 4762-2012 Винты с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ.
10. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.

Оглавление

Введение.....	12
1 Обзор литературы	15
2 Объект и методы проектирования.....	19
3 Проектирование испытательного оборудования	20
3.1 Принципиальная кинематическая схема.....	20
3.2 Выбор двигателя.....	22
3.3 Панель оператора	26
3.4 Выбор соединительного элемента.....	28
3.5 Приспособление	32
3.6 Прочностной расчет конструкции.....	35
3.7 Результаты проектирования.....	44
4 Финансовый менеджмент.....	47
5 Социальная ответственность	64
Заключение	77
Список публикаций.....	78
Список использованных источников	79
Приложение А Раздел на английском языке.....	81
Приложение Б ФЮРА.441371.002 Муфта.....	96
Приложение В ФЮРА.441579.003 СБ Приспособление.....	98
Приложение Г ФЮРА. 441579.003-01 Основание.....	101
Приложение Д ФЮРА.441579.003-02(03) Профиль.....	103
Приложение Е Технологический процесс изготовления основания.....	105
Приложение Ж ФЮРА.441371.186 СБ Испытательное оборудование.....	114

Введение

Федеральным государственным учреждением "22 центральный научно-исследовательский испытательный институт МО РФ " была проведена работа по развитию и актуализации локальной поисковой информационной системы (базы данных (БД)) об оснащении испытательных подразделений (ИП) предприятий оборонно-промышленного комплекса испытательным оборудованием (ИО). Анализ БД показал, что парк ИО ИП предприятий довольно старый, большинство оборудования, а именно 83 процента, старше 1989 года (рисунок 1) [1].

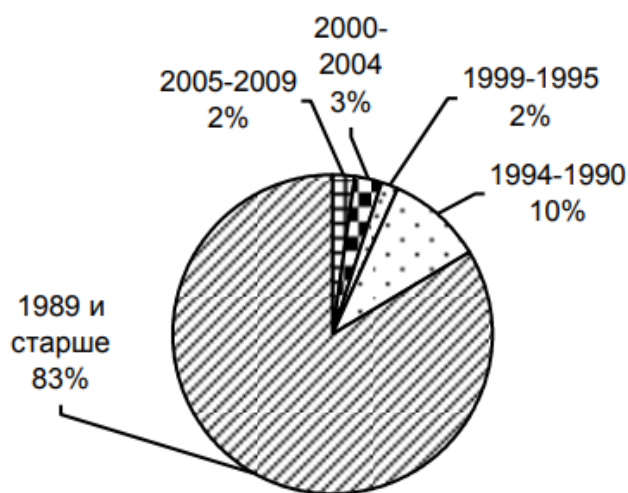


Рисунок 1 – Распределение ИО по годам выпуска

На рисунке 2 приведена динамика поступления на предприятия нового оборудования, из которой видно, что с 2000 года наметился рост поступления нового ИО на предприятия.

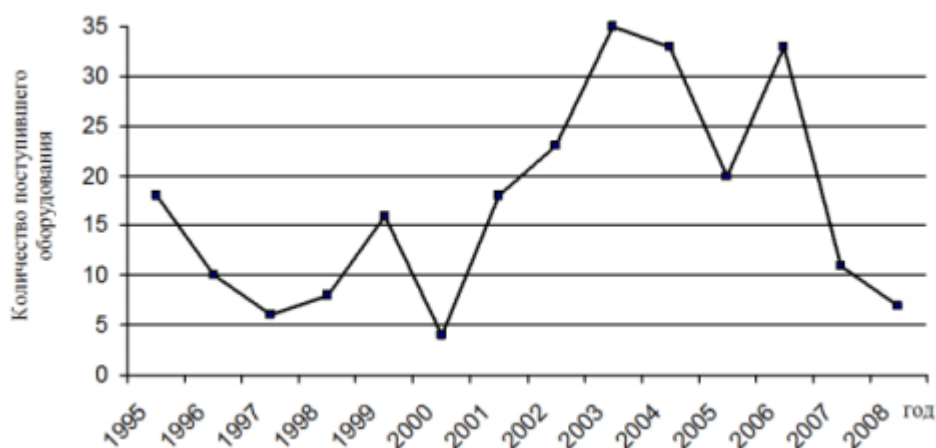


Рисунок 2 - Динамика поступления нового ИО на предприятия

Из проведенного анализа следует, что наметилась устойчивая тенденция обновления парка испытательного оборудования (ИО).

Однако, несмотря на устойчивую тенденцию, оборудования для испытаний на коммутационную и механическую износостойкость на рынке нет. Анализ рынка показал, что основным ИО для механических испытаний, которое поставляется на предприятия, являются вибростенды, ударные стенды, машины для разрыва, сжатия и растяжения.

В испытаниях на коммутационную и механическую износостойкость основная задача подразумевает создание циклических крутящих моментов на валу изделия. Данная задача выполняется посредством шагового электродвигателя.

Таким образом, создание на рынке испытательного оборудования для испытаний на коммутационную и механическую износостойкость является нецелесообразным, потому что исполнительным элементом является простой электродвигатель.

Целью данной работы является проектирование испытательного оборудования для испытаний на механическую и коммутационную износостойкость, которое будет соответствовать заданным требованиям. Данное оборудование является результатом технического задания, которое

было составлено Акционерным Обществом «Томский приборный завод» для магистра второго года обучения.

АО «Томский приборный завод» занимается выпуском технических изделий, в том числе, нуждающихся в испытаниях на коммутационную и механическую износостойкость, что отражает заинтересованность предприятия в данном оборудовании. Приобрести готовое ИО не имеется возможности, что было рассмотрено ранее.

Как результат, руководству АО «Томский приборный завод» представлен комплект эскизной документации макета оборудования, применяемого для проведения испытаний на коммутационную и механическую износостойкость.

Объект исследования: испытания на коммутационную и механическую износостойкость.

Предмет исследования: испытательное оборудование для испытаний на коммутационную и механическую износостойкость.

Научная или практическая новизна: спроектировано испытательное оборудование в интересах АО «Томский приборный завод» для проведения испытаний выпускаемой продукции.

Практическая значимость результатов ВКР: модель испытательного оборудования, как результат ВКР, может использоваться для дальнейшей разработки данного испытательного оборудования. Такое оборудование может применяться на предприятиях, которые выпускают технические изделия, нуждающиеся в проведении испытаний на коммутационную и механическую износостойкость.

Реализация и апробация работы: тема данной ВКР была представлена на шестом Международном молодежном форуме «Инженерия для освоения космоса», который проводился с 26 по 28 апреля 2018 года в Национальном исследовательском Томском политехническом университете на базе Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности.

1 Обзор литературы

В настоящее время одним из самых важных этапов производства большинства технических изделий являются испытания. Испытания – это экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий [2].

Характеристики свойств объекта при испытаниях могут оцениваться, если задачей испытаний является получение количественных или качественных оценок, а могут контролироваться, если задачей испытаний является только установление соответствия характеристик объекта заданным требованиям. В этом случае испытания сводятся к контролю. Поэтому ряд видов испытаний являются контрольными, в процессе которых решается задача контроля [2].

Испытания могут классифицироваться по определяемым характеристикам и по назначению.

По определяемым характеристикам выделяют механические испытания, прочностные, испытания на надежность и т.д., то есть испытания на воздействие соответствующих факторов.

По назначению могут быть приемо-сдаточными, периодическими, определительными, доводочными и т.д. При этом приемо-сдаточные и периодические испытания являются контрольными, что означает, что они проводятся с целью контроля качества объекта.

Испытания позволяют выявить:

1. Недостатки конструкции и технологии изготовления продукции;
2. Отклонения от конструкции, допущенные производством;
3. Скрытые случайные дефекты материалов, элементов конструкций, неподдающиеся обнаружению при существующих методах технического контроля;

4. Резервы повышения качества и надежности разрабатываемого конструктивно-технологического варианта продукции [3].

Таким образом, испытания позволяют принять решение:

1. О постановке новой продукции на производство;
2. Об окончании освоения серийного (массового) производства;
3. О продолжении серийного выпуска продукции;
4. О возможности производства продукции на экспорт;
5. О целесообразности импорта продукции;
6. О выдачи сертификата соответствия [3].

Приборы, нуждающиеся в испытаниях на коммутационную и механическую износостойкость, являются коммутационными аппаратами, которые должны выполнять установленное количество механических и электрических циклов оперирования — переводов подвижных контактов из разомкнутого положения в замкнутое и наоборот [4]. Испытание заключается в создании на валу изделия циклических крутящих моментов и регистрации моментов замыкания и размыкания электрических контактов изделия. Моменты замыкания/размыкания контактов должны соответствовать схеме замыканий/размыканий, указанной в ТУ испытуемого прибора.

Испытательное оборудование должно быть аттестовано. Аттестация ИО проводится с целью определения нормированных точностных характеристик оборудования, их соответствия требованиям нормативно-технической документации (НТД) и установления пригодности оборудования к эксплуатации. К нормированным точностным характеристикам относятся установленные НТД технические характеристики, определяющие возможность испытательного оборудования воспроизводить и поддерживать условия испытаний в заданных диапазонах, с требуемой точностью и стабильностью, в течение установленного срока [5].

Первичная аттестация испытательного оборудования выполняется после монтажа при вводе в эксплуатацию в данном испытательном подразделении, а не на предприятии-изготовителе [5].

Периодическую аттестацию испытательного оборудования в процессе его эксплуатации проводят сотрудники подразделения, в котором это оборудование установлено, и представители метрологической службы предприятия, уполномоченные для такой аттестации руководителями подразделения и метрологической службы. Интервалы времени периодической аттестации устанавливаются в эксплуатационной документации или при первичной аттестации, или по результатам контроля состояния испытательного оборудования в процессе его эксплуатации и могут быть различными для различных частей испытательного оборудования [5].

Повторную аттестацию проводят после ремонта, модернизации, перемещения испытательного оборудования, если перечисленные операции могут привести к изменению нормированных точностных характеристик.

Встраиваемые в испытательное оборудование средства измерений должны быть утвержденных типов, пройти первичную поверку и подлежать периодической поверке в процессе эксплуатации испытательного оборудования, если имеется возможность их изъятия для проведения поверки. Если конструктивное исполнение испытательного оборудования не позволяет изъять встроенное средство измерений для проведения его периодической поверки, то разработчиком оборудования должна быть предусмотрена возможность его поверки в процессе эксплуатации, без демонтажа [5].

Для проведения испытаний применяется испытательное оборудование. Это средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний.

На сегодняшний день для большинства типов испытаний существует готовое испытательное оборудование. К примеру, для виброиспытаний применяются вибростенды, для климатических испытаний – климатические камеры и т.д. Для испытания на коммутационную и механическую износостойкость готового оборудования найти не удалось. Согласно ГОСТ 16504-81 такие испытания, по виду воздействия, можно отнести к механическим испытаниям [2]. К механическим испытаниям также относятся

испытания на кручение, которые схожи с испытаниями на коммутационную и механическую износостойкость по типу исполнительного элемента. Для испытаний на кручение существует испытательное оборудование. Одной из таких машин является Inspekt T-200H (рисунок 3). Данное ИО обладает диапазоном крутящего момента от 50 Н*м до 500 Н*м. Недостаток данных машин заключается в том, что они рассчитаны на испытания несложных изделий: винтов, шарнирных валов, проволоки. На проведение испытаний с полноценными коммутационными изделиями, имеющими сложную конструкцию, данные машины не рассчитаны. Технические характеристики данного ИО получить не удалось.



Рисунок 3 – Изображение машины для испытаний Inspekt T-200H

Предприятия выпускают разные коммутационные приборы, отличающиеся техническими требованиями и конструкцией, а значит и испытательное оборудование должно подбираться индивидуально, практически, для каждого изделия. На рынке существует множество приспособлений, двигателей и других технических изделий, позволяющих спроектировать и собрать испытательное оборудование, удовлетворяющее требованиям выпускаемых изделий того или иного предприятия. Такой рынок можно использовать как для создания нового ИО, так и для модернизации старого.

2 Объект и методы проектирования

Для выполнения поставленной задачи предприятием Акционерное общество «Томский Приборный Завод» было представлено техническое задание (ТЗ). Документы, на основании которых ведется разработка:

11. Технические условия (ТУ) испытуемого изделия.
12. ГОСТ Р 8.568-97 ГСИ. Аттестация испытательного оборудования.

Основные положения.

13. ГОСТ 2.301 ЕСКД.
14. ГОСТ 19.104 ЕСПД.
15. ГОСТ 19.106 Требования к программным документам, выполненным печатным способом.

Задачей является спроектировать ИО, которое должно содержать следующие элементы:

1. Техническое средство, обеспечивающее счет времени наработки оборудования в процессе проведения испытаний (время счета не менее 12 часов, с дискретностью 1 секунда).
2. Техническое средство, обеспечивающее установление и счет количества циклов наработки оборудования (максимальное количество циклов не менее 10000).
3. Техническое средство, обеспечивающее контроль максимальной угловой скорости, производимой оборудованием.
4. Система крепления изделия в оборудование.
5. Система соединения вала двигателя и изделия.
6. Устройство создания вращательных моментов.

При выполнении данного ТЗ применялись такие программные продукты как T-Flex CAD для создания 2D чертежей и 3D моделей, T-Flex Анализ для прочностного расчета конструкции, а также Adem CAPP для разработки технологических процессов изготовления изделия.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ6В	Шемякину Александру Николаевичу

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1912245,75 рублей
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Определение структуры плана проекта и трудоемкости работ, разработка графика проведения НТИ, бюджет НТИ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Определение потенциалов потребителя результатов исследования.
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование этапов работы, определение календарного графика трудоемкости работы, расчет бюджета.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.05.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков Артем Георгиевич	К.И.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ6В	Шемякин Александр Николаевич		

4 Финансовый менеджмент

4.1 Предпроектный анализ

Потенциальные потребители результатов исследования

Испытательное оборудование для проведения испытаний на механическую и коммутационную износостойкость в первую очередь вызывает интерес у предприятий и заводов, выпускающих коммутационные изделия. Таким образом, целевым рынком для данной разработки является рынок продажи испытательного оборудования для заводов и предприятий, также предоставление услуг проведения испытаний.

Рассмотрим потенциальных клиентов (предприятия) с точки зрения типа организации производства. Получаем, что предприятия могут заниматься массовым производством, серийным и единичным. Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых продолжительное время. Серийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями, а единичное малым объемом выпуска одинаковых изделий и повторное изготовление, как правило, не предусматривается.

Испытательное оборудование можно применить для всех типов производства (табл. 3).

Таблица 3 - Карта сегментирования рынка продажи ИО

		Способ использования ИО		
		Продажа ИО	Аренда ИО	Проведение испытаний
Тип организации производства	Массовое			
	Серийное			
	Единичное			

В приведенной таблице показано, каким образом можно реализовать испытательное оборудование в зависимости от типа организации производства на предприятии. Можно предположить, что предприятия с серийным производством могут арендовать или воспользоваться услугами проведения испытаний в зависимости от финансовой составляющей этого предприятия. Для заводов с массовым производством экономически целесообразно приобрести испытательное оборудование. В случае с единичным производством приобретать или брать в аренду оборудование экономически не выгодно.

4.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработки. Так как поиск испытательного оборудования не дал никаких результатов, и оценить конкурирующие разработки не имеется возможности, то будет дана оценка разработке настоящей пояснительной записки.

Таблица 4 - Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Конкурентоспособность
		Б	К
1	2	3	4
Технические критерии оценки ресурсоэффективности			
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	0,4
2. Удобство в эксплуатации	0,2	3	0,6
3. Помехоустойчивость	0,05	3	0,15
4. Энергоэкономичность	0,05	3	0,15

5. Надежность	0,2	4	0,8
6. Уровень шума	0,05	5	0,25
7. Безопасность	0,1	5	0,5
8. Потребность в ресурсах памяти	0,05	4	0,2
9. Функциональная мощность	0,05	4	0,2
10. Простота эксплуатации	0,05	3	0,15
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	3	0,15
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,05	2	0,1
Итого	1		

Позиция разработки оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

4.3 SWOT – анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивная матрица проекта представлена в табл. 6 [10].

Таблица 5 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	+	+
	B2	-	-	+	-	-
	B3	-	-	0	-	+
	B4	-	-	0	+	-

Таблица 6 - Итоговая матрица SWOT – анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>C1. Экологичность технологии.</p> <p>C2. Доступность элементов.</p> <p>C3. Простота эксплуатации.</p> <p>C4. Возможность программирования под требования предприятия.</p> <p>C5. Финансирование научной разработки.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки.</p> <p>Сл2. Научная разработка подходит не для всех коммутационных изделий.</p>
<p>Возможности:</p> <p>B1. Возможность проведения испытаний</p>	<p>B1C4C5; B2C3; B3C5;</p> <p>B4C4.</p>	<p>B4Сл2.</p>

<p>различных коммутационных изделий.</p> <p>В2. Снижение участия оператора в испытаниях.</p> <p>В3. Повышение качества проведения испытаний.</p> <p>В4. Появление спроса на проведение испытаний на коммутационную и механическую износостойкость.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на проведение испытаний.</p> <p>У2. Повышение технических требований испытательного оборудования.</p>	У1У2С4.	У1У2Сл2.

4.4 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта. Линейный график представляется в виде таблицы (табл. 7) [10].

Таблица 7 - Календарный план проекта

Код работы	Название	Длительность,	Дата начала	Дата окончания	Состав участников (ФИО
------------	----------	---------------	-------------	----------------	------------------------

(из ИСР)		дни	работ	я работ	ответственных исполнителей)
1	Составление технического задания	7	20.10.17	27.10.17	Курочкин В.Д.
2	Изучение литературы	20	01.11.17	20.11.17	Шемякин А.Н.
3	Определение последовательности работы	5	25.12.17	30.12.17	Курочкин В.Д., Шемякин А.Н.
4	Поиск аналогов	14	01.12.17	15.12.17	Шемякин А.Н.
5	Составление кинематической схемы	12	17.12.17	29.12.17	
6	Подбор элементов	50	30.12.17	18.02.18	
7	3D моделирование	32	20.02.18	24.03.18	
8	Разработка техпроцесса изготовления приспособления	14	27.03.18	10.04.18	Курочкин В.Д. Шемякин А.Н.
9	Оформление пояснительной записки	40	15.04.18	25.05.18	Шемякин А.Н.
10	Утверждение проделанной работы	9	25.05.18	03.06.18	Курочкин В.Д., Иванова В.С.
11	Сдача готового	1	04.06.18	04.06.18	Шемякин А.Н.

	проекта				
Итого:		204			

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [10].

Таблица 8 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Код работы (из ИСР)	Вид работ	Исполнители	Т _к , кал, дн.	Продолжительность выполнения работ								
				Окт.	Ноябрь			Декабрь				
				1	1	2	3	1	2	3		
1	Составление технического задания	Руководитель	7									
2	Изучение литературы	Инженер (дипломник)	20									
3	Определение последовательности работы	Руководитель, инженер	5									
4	Поиск аналогов	Инженер (дипломник)	14									
5	Составление кинематической схемы	Инженер (дипломник)	12									

6	Подбор элементов	Инженер (дипломник)	50							
7	3D моделирование	Инженер (дипломник)	32							
8	Разработка техпроцесса изготовления приспособления	Руководитель, инженер	14							
9	Оформление пояснительной записки	Инженер (дипломник)	40							
10	Утверждение проделанной работы	Руководитель	9							
11	Сдача готового проекта	Инженер (дипломник)	1							

Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1

[illegible]

4.5 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 15.

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты
(за вычетом отходов)

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). Результаты по данной статье заносятся в табл. 9 [10].

Таблица 9 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Кулачковая муфта	Типоразмер 19	1	2592,5	2592,5
Сервомотор	XML-	1	84240	84240

	SE09GEKE			
Сервопривод	XDL-L7PA010UE	1	83070	83070
Кабель энкодерный	XLCS-EN05BSE	1	9620	9620
Кабель силовой	XLCS-PN05HSE	1	8385	8385
Разъем	XLC-CN105AE	1	9620	9620
Металлопрокат: Лист 16x194x154	12X18H10T	1	768	768
Металлопрокат: Лист 24x124x154	12X18H10T	2	659	1318
Всего за материалы				199613,5
Транспортно-заготовительные расходы (3 – 5%)				7985
Итого по статье С _М				207598,5

Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 10 [10].

Таблица 10 – Расчет основной заработной платы

№ п/ п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоём- кость, чел. - дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел. – дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.
--------------	------------------------	------------------------------	-------------------------------------	--	--

1	Составление технического задания	Руководитель	7	3185	9 219
2	Изучение литературы	Инженер (дипломник)	20	3041,5	79066
3	Определение последовательнос ти работы	Руководитель, инженер	5	1414,8	7074
4	Поиск аналогов	Инженер (дипломник)	14	3041,5	42581
5	Составление кинематической схемы	Инженер (дипломник)	12	3041,5	36498
6	Подбор элементов	Инженер (дипломник)	50	3041,5	152075
7	3D моделирование	Инженер (дипломник)	32	3041,5	97328
8	Разработка техпроцесса изготовления приспособления	Руководитель, Инженер (дипломник)	14	6226,5	87171
9	Оформление пояснительной записки	Руководитель, инженер	40	7229,8	72298
10	Утверждение проделанной работы	Руководитель, Инженер (дипломник)	9	10414,8	104148
11	Сдача готового проекта	Инженер (дипломник)	1	3041,5	3041,5

Итого: 681280,5

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату [10].

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (1)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = T_{раб} * Z_{дн}, \quad (2)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 19);

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d}, \quad (3)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 11).

Таблица 11 – Баланс рабочего времени

	Показатели рабочего времени	Годовой фонд рабочего времени	
		Разработчик	Руководитель

1	Число календарных дней в году	365	365
2	Нерабочие дни в году: а) выходные в) праздничные с) очередной отпуск г) невыходы по болезни	105 7 24 2	105 7 24 5
3	Действительный годовой фонд рабочего времени (F)	221	224

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (4)$$

где $З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда.

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 12

Таблица 12 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{б}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. Дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.

Руководитель (от предприятия)	20000	1,3	1,15	1,3	63700	3185	36	114660
Руководитель (от ТПУ)	26300	1,3	1,15	1,3	83765,5	4188,3	25	104707,5
Инженер	19000	1,3	1,15	1,3	60015	3041,5	174	529221

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде.

Выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10 - 15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} Z_{\text{осн}}, \quad (5)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В табл. 13 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 13– Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель (от предприятия)	Руководитель (от ТПУ)	Инженер
Основная зарплата, руб.	114660	104707,5	529221
Дополнительная зарплата, руб.	13760	12565	63506,5

Зарплата исполнителя, руб.	128420	117363,5	592727,5
Итого по статье $C_{зп}$, руб.	835511		

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} (З_{сн} + З_{доп}), \quad (6)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

$$k_{внеб} = 22\% + 2,9\% + 5,1\% = 30\% \quad (7)$$

$$C_{внеб} = 0,3 * (529221 + 63506,5) = 177818,25 \text{ руб.} \quad (8)$$

Накладные расходы

В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации. Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{накл} = k_{накл} (З_{осн} + З_{доп}), \quad (9)$$

где $k_{накл}$ – коэффициент накладных расходов, равный от 80 до 100 % или от 0,8 до 1.

$$C_{накл} = k_{накл} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,8(835511) = 668409 \text{ р.}, \quad (10)$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НТИ (название темы) по форме, приведенной в таблице 14.

Таблица 14 – Группировка затрат по статьям

№ п/п	Статьи	Сумма, руб.
1	Сырье, материалы покупные изделия и полуфабрикаты	207598,5
2	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	-
3	Основная заработная плата	748588,5
4	Дополнительная заработная плата	89831,5
5	Отчисления на социальные нужды	177818,25
6	Научные и производственные командировки	-
7	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	20000
8	Прочие прямые расходы	-
9	Накладные расходы	668409
10	Итого плановая себестоимость	1912245,75

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ6В	Шемякину Александру Николаевичу

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	Отделение электронной инженерии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объектом исследования является испытательное оборудование для проведения испытаний на коммутационную и механическую износостойкость.</p> <p>Основная часть оборудования выполнена из стали 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-2014.</p> <p>Областью применения данного оборудования являются испытания коммутационных изделий.</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности.	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> Недостаточная освещенность; Повышенная или пониженная температура воздуха.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности.	<p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> Поражение электрическим током.
3. Экологическая безопасность	Работа с испытательным оборудованием не влечет за собой негативных воздействий на окружающую среду, поэтому создание санитарно-защитной зоны и принятие мер по защите атмосферы, гидросферы, литосферы не являются необходимыми.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	Единственной возможной чрезвычайной ситуацией может стать возникновение пожара.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Инженер по испытаниям несет ответственность за невыполнение и нарушение инструкции

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Юлия Владимировна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ6В	Шемякин Александр Николаевич		

5 Социальная ответственность

5.1 Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать испытательное оборудование

Работа с испытательным оборудованием подразумевает минимальный физический труд человека. С другой стороны, возрастает умственная нагрузка, в результате появляется проблема нервного переутомления, то есть трудовой процесс сопровождается нервно-психологическим и физическим напряжением организма.

При воздействии опасных и вредных производственных факторов необходимо применять меры по их предупреждению и устранению, чтобы снизить травматизм и профессиональные заболевания. Вредные и опасные производственные факторы делятся на следующие группы:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

Испытательное оборудование, в том числе во время испытания, может создавать следующие вредные и опасные факторы, представленные в таблице 15.

Таблица 15 – Опасные и вредные производственные факторы при проведении испытаний на коммутационную и механическую износостойкость

Источник фактора,	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	

наименование вида работ			
Проведение испытаний с использованием испытательного оборудования, включающим в себя электродвигатель.	1. Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения; 2. Повышенная или пониженная температура воздуха.	1. Поражение электрическим током; 2. Короткое замыкание; 3. Пожар.	Требования к воздуху рабочей зоны ГОСТ 12.1.005–88 [11], искусственное освещение по СП 52.13330.2011 [12], электробезопасность ГОСТ 12.1.019-2009 [13], пожарная безопасность согласно ГОСТ 12.1.004-91 .

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности.

Нормы учитывают:

-время года – холодный и переходный ($+10^{\circ}\text{C}$ и ниже), теплый ($+10^{\circ}\text{C}$ и выше) периоды;

-категорию работ – легкая, средней тяжести и тяжелая;

- характеристику помещения по тепловому облучению.

Отклонения микроклимата от нормы, могут вызвать:

- повреждения или нарушения состояния здоровья;
- общие и локальные ощущения теплового дискомфорта;
- напряжение механизмов терморегуляции;
- ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 работу инженера по испытаниям можно отнести к первой категории сложности. В данную категорию относятся легкие физические работы, которые производятся сидя, стоя или связанные с ходьбой и не требуют систематического физического напряжения (поднятие и перенос тяжестей) [11].

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88 [11].

В холодный период года температура помещения должна быть в диапазоне от 18 до 26 °С, относительная влажность от 40 до 60 %. В теплый период года – температура от 20 до 30 °С, относительная влажность от 40 до 60 %.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Согласно СП 52.13330.2011 необходимо создать искусственное освещение при системе общего освещения не ниже 200 люкс в соответствии с VIII разрядом зрительной работы [12].

В производственных помещениях освещенность проходов и участков, где работа не производится, должна составлять не более 25% нормируемой освещенности, создаваемой светильниками общего освещения, но не менее 100 лк.

В цехах с полностью автоматизированным технологическим процессом следует предусматривать освещение для наблюдения за работой оборудования,

а также дополнительно включаемые светильники общего и местного освещения для обеспечения необходимой освещенности при ремонтно-наладочных работах.

*Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникать при
проведении испытаний*

Во время проведения испытаний на коммутационную и механическую износостойкость на оператора могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы, представленные в таблице 15.

Электробезопасность

Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от воздействия электрического тока. Положением о соблюдении электробезопасности является ГОСТ 12.1.019-2009 ССБТ [13].

Наиболее часто в помещениях с электрическими устройствами, человек подвержен электрическим опасностям, так как при работе с двигателями и кабелями возможно соприкосновение с проводниками, находящимися под напряжением. Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие на его различные органы и системы. Наиболее распространенными видами опасностей, связанных с электричеством, являются высокое напряжение и возможность кратковременного контакта с металлическими корпусами или элементами электрической опасности. Так же существует опасность воздействия статического электричества.

Причинами высокого напряжения может служить плохая изоляция токоведущих проводов в помещении. При соблюдении правил техники безопасности вероятность подвергнуться воздействию этой опасности сводится

к минимуму. Для снижения вероятности реализации этой опасности необходимо проверять изоляцию токоведущих проводов, соединений аппаратов, их исправность.

Проведенные в помещении для испытаний организационно-технические мероприятия по обеспечению электробезопасности:

1) имеется устройство защитного заземления сопротивление $R = 4 \text{ Ом}$, которое необходимо для исключения опасности поражения персонала электрическим током;

2) обеспечена недоступность к токоведущим частям путем применения защитных кожухов;

3) имеется общий рубильник, который может обесточить помещение.

Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

К проведению испытаний допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие при поступлении на работу медицинский осмотр, аттестованные на 3-ю группу по электробезопасности, а также:

- вводный инструктаж;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- первичный инструктаж на рабочем месте с прохождением стажировки;
- инструктаж и проверку знаний по электробезопасности.

Оператор испытательного оборудования должен:

-проходить повторный инструктаж по безопасности труда на рабочем месте не реже, чем каждые полгода;

-пройти проверку знаний по электробезопасности на 3 группу;

-проходить медицинский осмотр согласно приказу Минздрава РФ № 302н от 12 апреля 2011 года;

-выполнять только ту работу, которая поручена руководителем и которая входит в его обязанности;

-выполнять требования запрещающих, предупреждающих, указательных и предписывающих знаков, надписей и сигналов.

5.2 Экологическая безопасность

Стандарты требуют, чтобы оборудование в процессе эксплуатации не загрязняло среду обитания ни физическими, ни химическими и ни биологическими факторами выше нормативов безопасности и экологичности. Для рассмотрения характера воздействия проводимого эксперимента на окружающую среду, проведем анализ его «жизненного цикла», который состоит из стадий использования и утилизации. Электронные компоненты испытательного оборудования и элементы корпуса двигателя, панели оператора и элемента управления подлежат утилизации после их поломки. Это поможет сохранить чистоту окружающей среды.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать испытательное оборудование/проведение испытаний

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относятся: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, диверсии и пожары.

Вероятным чрезвычайным происшествием является пожар. Пожар – это неконтролируемое горение вне специально отведенного очага, приносящее материальный ущерб. В соответствии с положениями ГОСТ 12.1.004-91 [14], термин пожарная безопасность обозначает такое состояние объекта, при котором с определенной вероятностью исключается

вероятность возникновения и развития бесконтрольного пламени и воздействия на людей опасных критериев пожара, и обеспечение сохранности материальных ценностей.

Пожар в помещении для испытаний может возникнуть в результате нарушения правил пожарной безопасности, при перегрузках и коротком замыкании установок. Для устранения причин возникновения пожара и его тушения при возгорании в помещении проводится комплекс профилактических противопожарных мероприятий:

- проведение инструктажа;
- профилактический осмотр помещения;
- демонстрация предупредительных плакатов;
- обучение сотрудников способам тушения пожара.

Технические противопожарные мероприятия:

- содержание в порядке и исправности средств тушения пожара;
- покрытие легковоспламеняющихся материалов огнеупорным покровом;
- применение на установках защитных систем от короткого замыкания и перегрузок;
- обеспечение пространственной удаленности легковоспламеняющихся материалов;
- на случай возникновения пожара в помещении имеются огнетушители.

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла. Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Возникновение пожара в помещении может быть обусловлено следующими факторами: в современных электронных установках очень высокая плотность размещения электронных схем. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество тепла, что может

привести к повышению температуры отдельных узлов до 100 °С. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение, как следствие - короткое замыкание, сопровождаемое искрением.

*Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка
порядка действия в случае возникновения ЧС.*

Также всегда есть вероятность дополнительной пожарной опасности, которая требует соответствующих мер пожарной профилактики.

При проведении испытаний возможен пожар класса «Е»: горение электроустановок. В помещении проведения испытаний должны быть порошковые огнетушители или углекислотные огнетушители.

При возникновении пожара необходимо отключить общий рубильник, работы немедленно прекратить, выйти из опасной зоны, сообщить мастеру, приступить к устранению аварийной ситуации согласно плану ликвидации аварий.

Среди организационных и технических мероприятий, осуществляемых для устранения возможности пожара, выделяют следующие меры:

- использование только исправного оборудования;
- проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность помещений предприятия;
- издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности

Для тушения пожаров используются воздушно-механическая пена, углекислый газ, а также галогидрированные углеводороды. Так как основная опасность — неисправность электропроводки, то при пожаре необходимо немедленно обесточить электросеть в помещении. Главный рубильник должен находиться в легкодоступном месте. До момента выключения рубильника, очаг

пожара можно тушить сухим песком или углекислотными огнетушителями. Одновременно с этим необходимо сбить пламя, охватившее горючие предметы, расположенные вблизи проводников. Водой и химическими пенными огнетушителями горящую электропроводку следует тушить только тогда, когда она будет обесточена.

При возникновении пожара обязанности по его устранению должны быть четко распределены между работниками помещения.

Согласно инструкции предприятия АО «ТПЗ»:

-При возникновении аварийной ситуации (повышенная загазованность, загорание) необходимо отключить общий рубильник, работы немедленно прекратить, выйти из опасной зоны, сообщить мастеру, приступить к устранению аварийной ситуации согласно плану ликвидации аварий.

-При загорании на электроустановках следует пользоваться углекислыми и порошковыми огнетушителями.

-При поражении электрическим током необходимо освободить пострадавшего от напряжения, при необходимости вызвать «Скорую помощь», оказать первую помощь. Сообщить мастеру.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Специальные правовые нормы трудового законодательства

При работе инженера по наладке и испытаниям очень важную роль играет соблюдение правильного режима труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках.

Инженер должен знать:

- устройство испытательного оборудования;
- требования производственной санитарии и пожарной безопасности;

- правила внутреннего трудового распорядка;
- назначения и средства индивидуальной защиты;
- уметь оказывать доврачебную помощь пострадавшим при несчастных случаях на производстве.

Инженер должен выполнять следующие правила пожарной безопасности:

- курить только в специально отведенных местах;
- знать и уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения.

Инженер по испытаниям несет ответственность за невыполнение и нарушение инструкции.

Длительность рабочей смены не более 8 ч (480 мин); установление 2 регламентированных перерывов, учитываемых при установлении нормы выработки: длительностью 20 мин через 1 – 2 ч после начала смены, длительностью 30 мин примерно через 2 ч после обеденного перерыва; обеденный перерыв длительностью не менее 40 мин примерно в середине смены. Регламентированные перерывы должны использоваться для активного отдыха и лечебно-профилактических мероприятий и процедур.

При 12 часовой рабочей смене регламентированные перерывы должны устанавливаться в первые 8 часов работы аналогично перерывам при 8-часовой рабочей смене, а в течение последних 4 часов работы, независимо от категории и вида работ, каждый час продолжительностью 15 минут.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место является первичным звеном производства, оно представляет собой определенный участок производственной площади цеха, предназначенный для выполнения одним рабочим порученной работы, специально приспособленный и технически оснащенный в соответствии с характером этой работы. От того, насколько правильно и рационально будет организовано рабочее место, зависит безопасность и производительность труда.

Как правило, каждое рабочее место оснащено основным и вспомогательным оборудованием и соответствующим инструментом. Отсутствие на рабочем месте удобного вспомогательного или нерациональное расположение, захламленность создают условия для возникновения травматизма.

Перед началом работы инженер по испытаниям должен:

- Проверить наличие и исправность приспособлений и инструментов, применяемых в работе;
- Осмотреть свое рабочее место, проверить исправность инструмента и приспособлений;
- Убедиться в нормальной освещенности;

Создание благоприятных условий труда и правильное оформление рабочих мест, имеет большое значение, как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

При проведении испытаний на рабочем месте не должно быть лишних предметов, инструментов, способных помешать оператору или работе испытательного оборудования. Вследствие того, что испытания на коммутационную и механическую износостойкость исключают, почти полностью, участие оператора, то и требований к организации рабочего места особых нет.

Заключение

В ходе выполнения магистерской диссертации были решены поставленные задачи.

По результатам ВКР можно сделать вывод, что в данный момент рынок испытательного оборудования обширен, но не на все виды испытаний существует готовое ИО. Но рынок обладает достаточным разнообразием технических изделий для проектирования индивидуального испытательного оборудования для проведения таких испытаний, как испытания на коммутационную и механическую износостойкость.

Выполнен прочностной анализ приспособления, которое было спроектировано для крепления изделия и серводвигателя. Анализ показал, что приспособление выдерживает прилагаемые к нему нагрузки, и имеет запас прочности, как возможность для дальнейшего усовершенствования конструкции.

Список публикаций

VI Международный молодежный форум «Инженерия для освоения космоса», 26 - 28 апреля 2018 года, секция «Техническая диагностика и неразрушающий контроль», тема выступления «Проектирование испытательного оборудования для проведения испытаний на коммутационную и механическую износостойкость».

Список использованных источников

1. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс] / Бурлаченко А.В., Лопаткин К.С. Анализ состояния оснащённости испытательных подразделений испытательным оборудованием. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15602003>, доступ для зарегистрированных пользователей. – Загл. с экрана. Дата обращения 04.05.2018.
2. ГОСТ 16504-81. Испытания и контроль качества продукции – М.: Издательство стандартов, 1991.
3. Белорусский государственный технологический университет [Электронный ресурс] / Организация и технология испытаний. URL: <https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/66/EUMK/%D0%9E%D0%B8%D0%A2%D0%98/%D0%A2%D0%95%D0%9E%D0%A0%D0%95%D0%A2%D0%98%D0%A7%D0%95%D0%A1%D0%9A%D0%98%D0%99%20%D0%A0%D0%90%D0%97%D0%94%D0%95%D0%9B/Тема-1.doc>, свободный. – Загл. с экрана. Дата обращения 20.02.2018.
4. ГОСТ 2933-83. Аппараты электрические низковольтные методы испытаний Испытание на механическую и коммутационную износостойкость – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
5. ГОСТ Р 8.568-97 ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения – М.: Стандартиформ, 2008.
6. Сервотехника [Электронный ресурс] / Документация / Синхронные сервоприводы Mecarion / Каталог LS Mecarion L7 серия. URL: <http://www.servotechnica.ru/files/doc/documents/file-1502.pdf>, свободный. – Загл. с экрана. Дата обращения 03.03.2018.
7. Сервотехника [Электронный ресурс] / Документация / Панели оператора Fatek / Панели оператора FATEK P5. URL: <http://www.servotechnica.ru/files/doc/documents/file-1565.pdf>, свободный. – Загл. с экрана. Дата обращения 15.03.2018.

8. Росмуфта [Электронный ресурс] / Муфта кулачковая. URL: <http://www.rosmufta.com/%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3/%D0%BC%D1%83%D1%84%D1%82%D1%8B/%D0%BC%D1%83%D1%84%D1%82%D0%B0%20%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0%D1%87%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F%20%D1%83%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B0%D1%8F%20%D1%81%D0%BE%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%BE%D0%B9/>, свободный. – Загл. с экрана. Дата обращения 10.04.2018.

9. Общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов ОК 012-93 / Класс классификатора ЕСКД: 44 – Оборудование технологическое специфическое – 1998.

10. Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. – Издательство Томского политехнического университета, 2014.

11. ГОСТ 12.1.005–88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху. М.: Стандартиформ, 2008.

12. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. М.: Минрегион России, 2011.

13. ГОСТ 12.1.019-2009. ССБТ. Электробезопасность. М.: Стандартиформ, 2010.

14. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. М.: Стандартиформ, 2006.

Приложение А

Раздел 3 Проектирование испытательного оборудования

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ6В	Шемякин Александр Николаевич		

Консультант школы отделения электронной инженерии:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова Вероника Сергеевна	К.Т.Н.		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Квашнина Ольга Сергеевна			

3 Design of the test equipment

3.1. Basic kinematic scheme

Before designing the equipment, the elements which are included in the test equipment must be identified. The following elements are defined by the work specification:

- Device that creates a torque on the shaft;
- Element connecting the shafts of the product and motor;
- Device for motor parameters monitoring;
- Device for fixing the product in the test equipment;
- Device for visual control of the test equipment parameters.

For torque generation, an electric motor is mostly suitable.

The connecting element is needed to transfer the torque from the motor shaft to the product shaft. In this case, it is reasonable to use the coupling muff.

Control and management device (operator panel). In addition, technical means for registration of motor parameters (sensors).

The device for fixing the product in the test equipment must be designed using the means of "TPZ".

Design of the test equipment begins with a kinematic diagram of the equipment, which shows the sequence of motion transfer from the motor to the other elements of the system and their interconnection. Figure 4 shows the kinematic scheme of the test equipment.

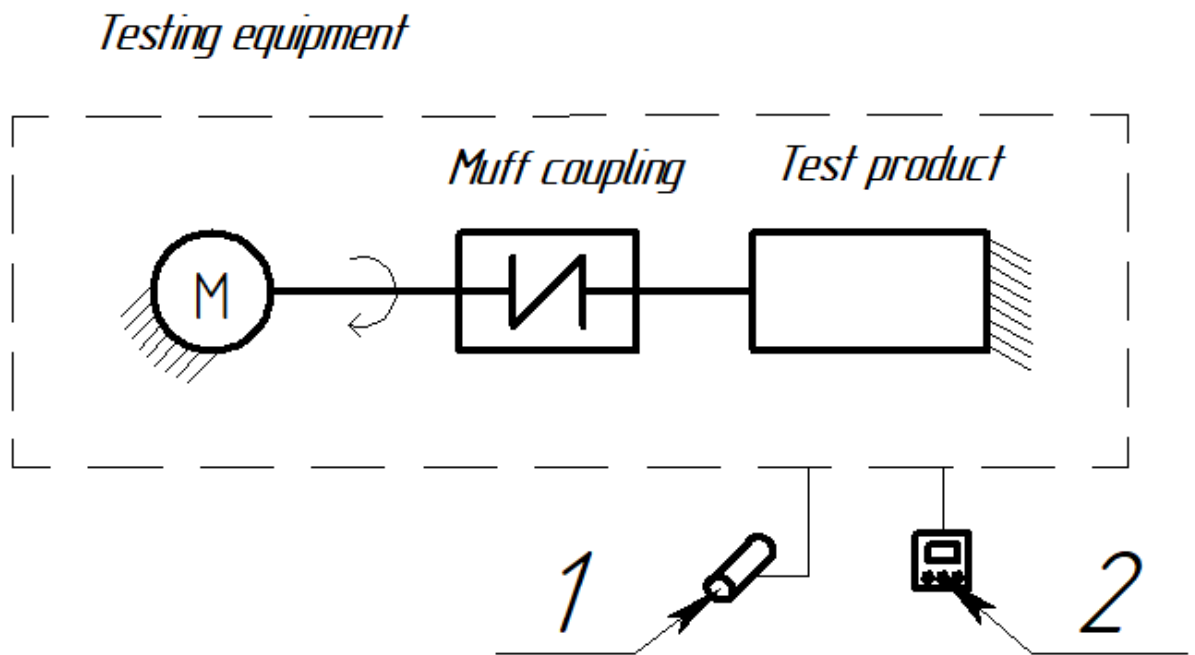


Figure 4 – Kinematic scheme of the test equipment, where 1- sensors, 2- operator panel

The motor generates torque and transmits the rotational motion through the coupling muff to the shaft of the test article according to the kinematic diagram. The control and test equipment fixes the closing torque by turning the shaft of the product by the specified degree (60 degrees) according to the opening/closing scheme. At this point, the motor creates the same torque in the opposite direction. The control and measuring equipment detects the opening moment, according to the closing / opening scheme, when the shaft returns to its initial position. And the cycle is repeated again throughout the test.

The operator's panel (part 2, Figure 4), technical means for calculating the duration of equipment operation, the number of cycles and for controlling the maximum angular velocity produced by the equipment (part 1, Figure 4) are part of the test equipment.

3.2 Motor selection

The product under the test have its technical requirements, which reflect the operating conditions, since during testing, the operating conditions of the product are to be reproduced. Based on these requirements, technical requirements for the test equipment are generated. The technical requirements for the test equipment are presented in Table 1.

Table 1 - Technical requirements for the test equipment

№	Name of the characteristic	Nominal	Note
1	Supply voltage, V	220±10 %	
2	Frequency, Hz	50±1	
3	Rotational speed of the shaft, rad/s rpm	104.7±15.7 1000±150	
4	Switching frequency (periodicity) cycles per minute	10	
5	Moment of rotation of the shaft is not less than, N * m	3.5	
6	Range of change in the angle of rotation of the shaft (operating cycle), degree	from 0 to 60	
7	Accuracy of positioning of the angle of rotation of the shaft relative to the product, degree	±1	

The test duration is about twelve hours and the motor must run smoothly for a long time without operator involvement. Tests for commutation and mechanical wear resistance imply cyclic rotation of the shaft by a given angle, i.e. the motor must have a reverse. The accuracy of positioning of the shaft rotation angle should be plus or minus 1 degree relative to the product. It should be possible not only to control the motor, but also to control visually such parameters as:

1. track of the operating time of the equipment during the test (at least 12 hours);
2. track of the number of cycles of the equipment operation (not less than 10,000 cycles);
3. maximum angular velocity produced by the equipment.

The self-contained servodrive Mecapion of L7P series (with control in the positioning mode) (Fig. 5) and the control panel Fatek are selected as the system including the executive motor, the control element and the panel for monitoring the parameters. The Mecapion package includes a servodrive and a servomotor [6]. The advantage of this choice is explained by the fact that it excludes individual sensors for parameter monitoring. All the necessary parameters will be registered by the servodrive and displayed on the operator panel. The motor is controlled by the servodrive.

The algorithm for executing the program by the servo drive is as follows:

1. Check the readiness of the drive for operation by the lamp indication in the "Ready" panel.
2. Start the movement with the "Enable" button.
3. Start the cycle – turn of the motor shaft clockwise by 60 degrees at the specified speed.
4. Time delay at least 10 cycles per minute.
5. Turn of the motor shaft counterclockwise by 60 degrees.
6. Time delay at least 10 cycles per minute.
7. Repeat from step 3.

8. Disconnection by time or by the number of completed cycles or by the shutdown button.



Figure 5 - Image of the L7P Series Servo Drive Kit

The servodrive and servomotor that fulfill the specified requirements are selected based on the document "Catalogue of LS Mecapoin L7 series", posted on the official website of the company "Servotechnika". The servomotor of S series XML-SE09ZHEKE is selected with a nominal torque of $5.41 \text{ N} \cdot \text{m}$ and a maximum rotation speed of 3000 rpm (Fig. 7, Table 2). Servomotor XDL-L7PA010UE is selected for the servomotor (Fig.6) [6]. The servodrive is selected based on the servodrive for each servomotor. Thus, when a servomotor is selected, it already has a certain servodrive.

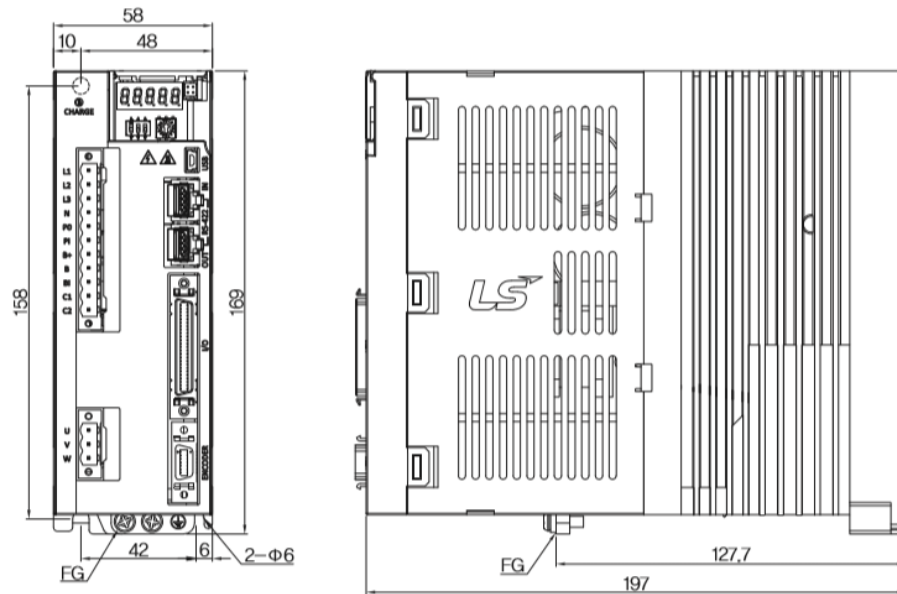


Figure 6 - Diagram of XDL-L7PA010UE servodrive

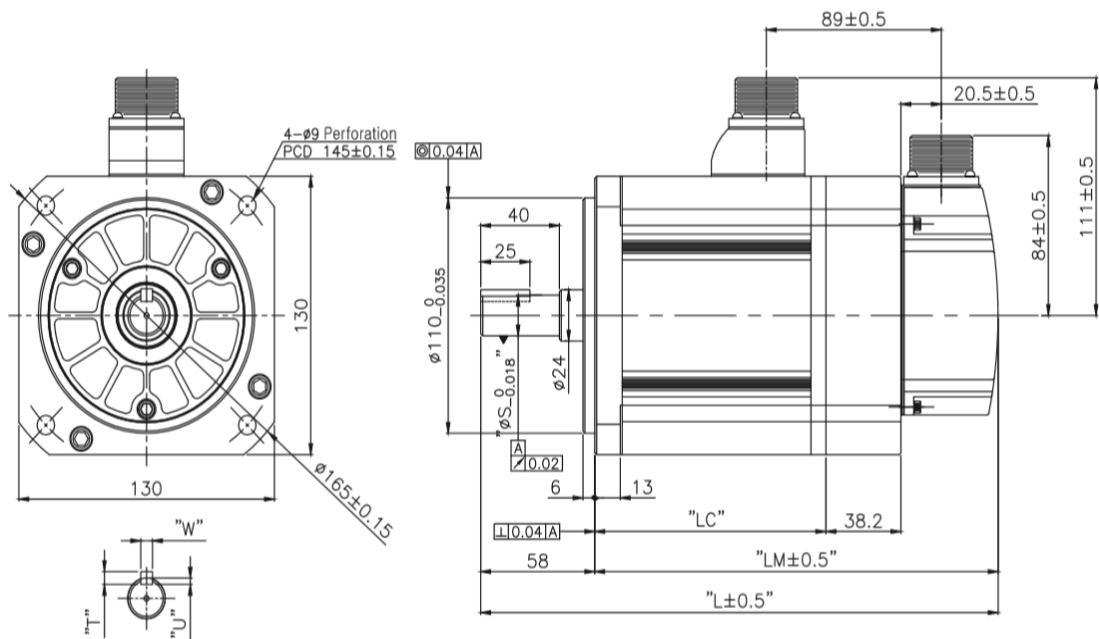


Figure 7 - Diagram of XML-SE09GEKE servomotor

Table 2 - Dimensions of the XML-SE09GEKE servo-motor

Overall dimensions, mm				Dimensions of keyway, mm			Weight, kg
L	LM	LC	S	T	W	U	
225.3	167.3	117.8	19	5	5	3	7.54

3.3 Operator panel

To control the necessary parameters, the test equipment must comprise an operator panel where the necessary parameters will be displayed in an operator-friendly form.

The operator panel by Fatek has been chosen (Figure 5). Fatek Panel P5 model P5043H is a HMI-panel with high-quality, bright, color LCD (TFT LCD-matrix), diagonal of 4.3 inches. The HMI panel displays a full color gamut of 16.7 million colors, so all images and graphics have a natural color rendering.



Figure 8 - Image of Fatek panels

LEDs (LED) are used as a backlight LCD panel with a long service for failure - more than 30,000 hours. The color LCD screen of the HMI panel is sensitive to touch (Touch Screen function). The HMI panels of the Fatek P5 series are used for industrial applications, with convenient installation, quick setup and screen protection against foreign particles (Front panel: IP65 / Enclosure, rear cover: IP20) [7].

The drawing shows the general view of the Fatex panel (Figure 9). The panel has small dimensions and the possibility of remote control and monitoring, which improves the work of engineers, their mobility and flexibility.

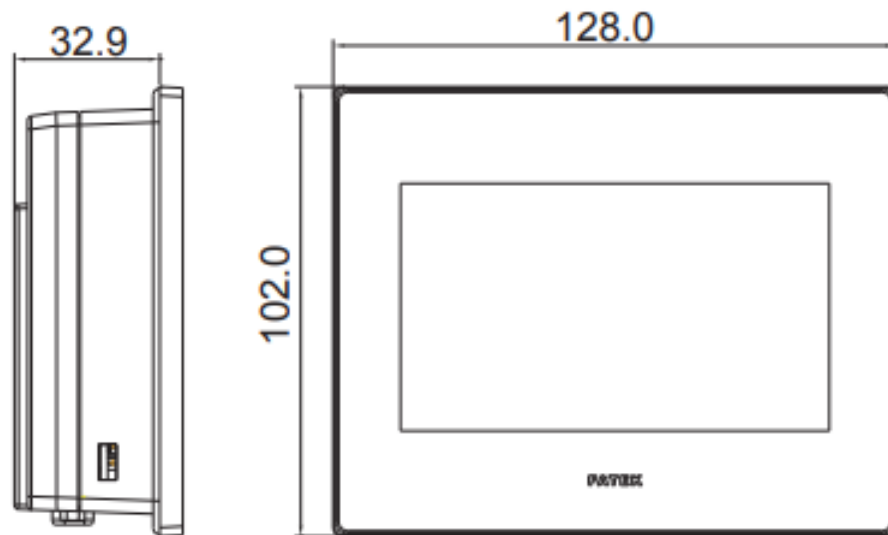


Figure 9 - General drawing of the Fatek panel

The following information is displayed on the operator panel:

1. Enable / disable motion;
2. Current motor speed (rpm);
3. Performed number of cycles;
4. Time of running the program from the moment of the motion enabled (hours, minutes, seconds);
5. Number of cycles before automatic shutdown;
6. Readiness of the drive for operation;
7. "Reset" button for resetting the points 3 - 5

3.4 Selection of the connecting element

The shaft of the product and the motor must be firmly connected together during the test. In addition, the connecting element must compensate for minor axial displacements. The cam clutch is selected as such element. Its elastic element (an asterisk or a ring gear) (Figure 10) allows compensating for an insignificant displacement of shafts (arising during installation or thermal expansion in the

operation process), and also provides effective damping of torsional vibrations [8]. The ring gear is made of polyurethane 98 Shore A.

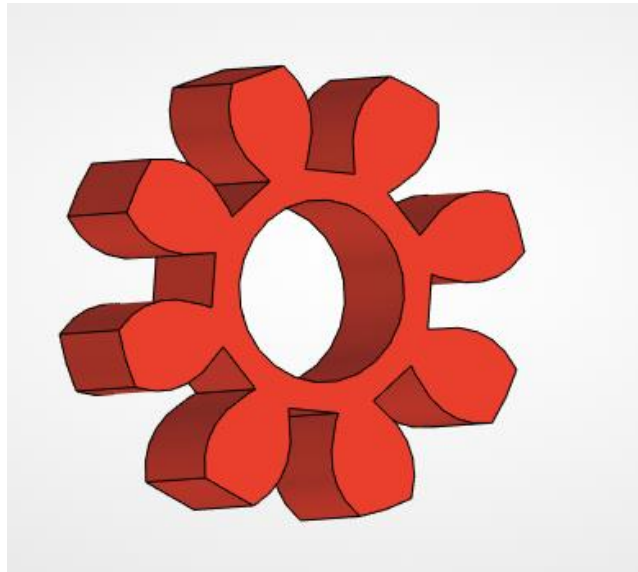


Figure 10 - 3D model of the ring gear

The clutch (Figure 11) consists of two coupling muffers (part 1, Figure 11), equipped with cams on the inner sides. The cam profile can be triangular or trapezoidal. A special ring gear (part 2, Figure 11) is installed in the space between the cams [8].

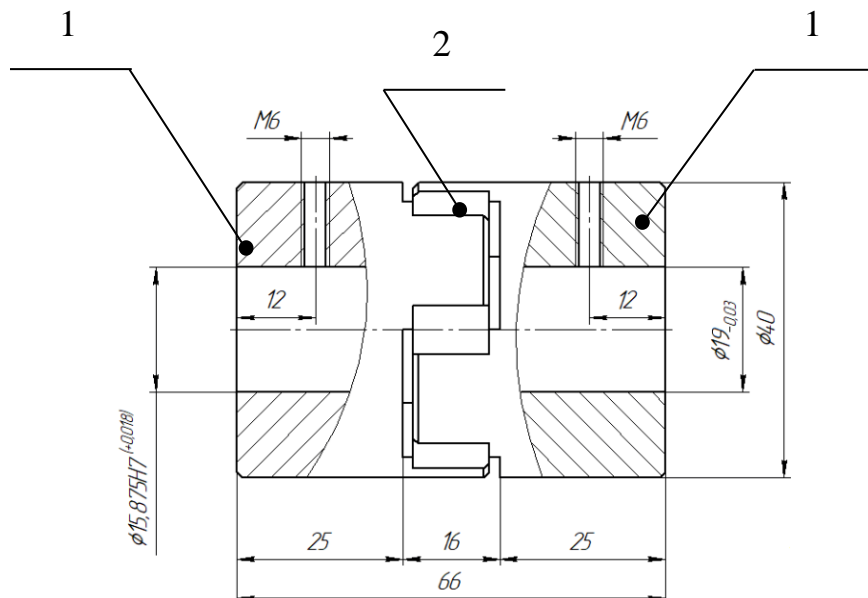


Figure 11 - Diagram of the cam clutch, where 1 – coupling muff, 2 – ring gear

The coupling half-muff is made of 45 GOST 1050-88 steel. The 3D model of the coupling half-muff is shown in Figure 12. The coupling is shown in the assembly and disassembly in Figures 13 and 14, respectively.

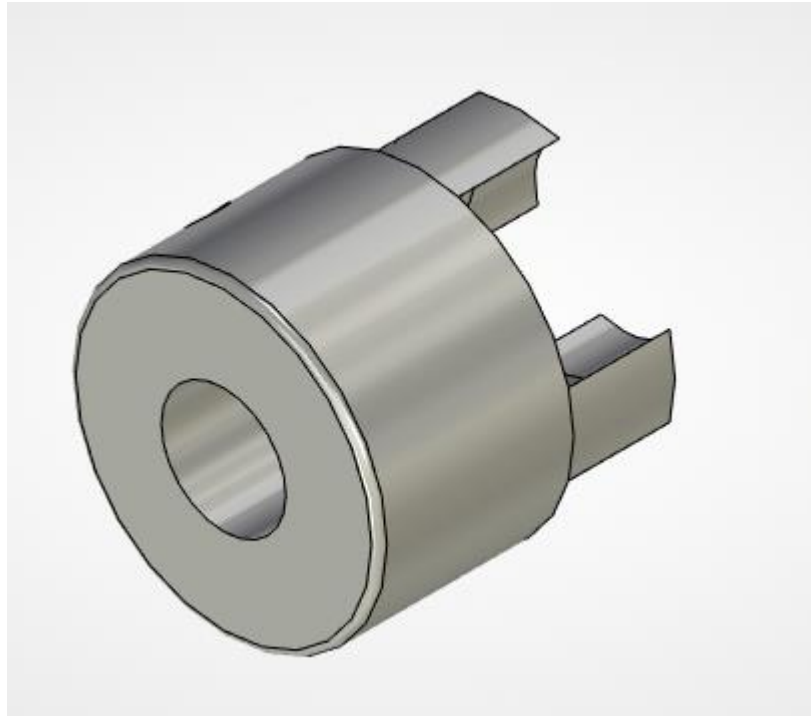


Figure 12 - 3D model of the coupling half-muff

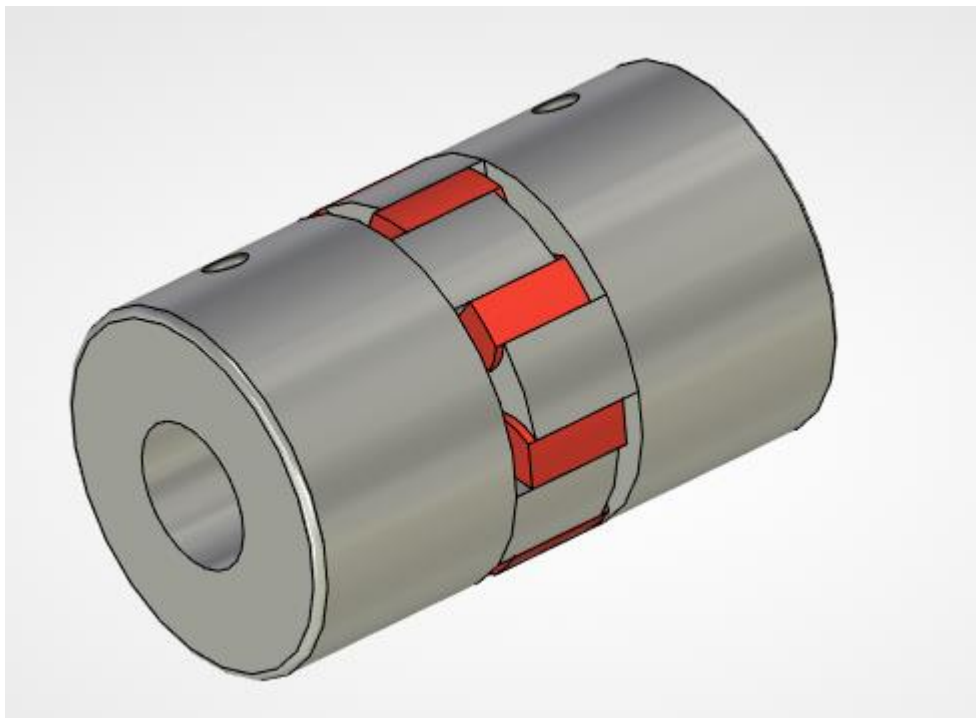


Figure 13 - 3D model of the coupling in assembly

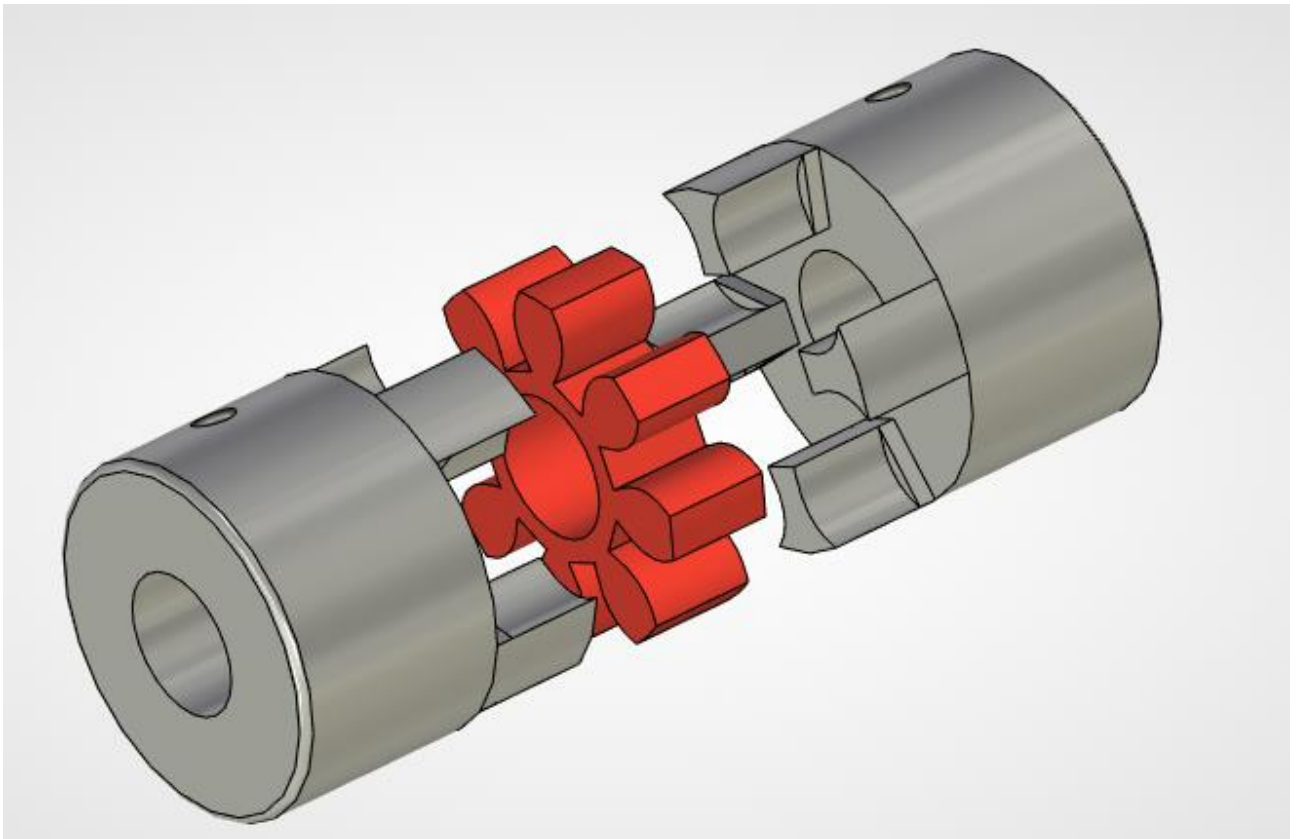


Figure 14 - 3D model of the coupling in parsing

The drawing of the cam clutch is presented in Appendix G, provided by the company «RosMash». There are options of a coupling with a blind hole on both sides for further boring holes for the tasks of the enterprise.

3.5 Special fixing device

A special fixing device is needed for the installation of the product in the test equipment. This device must securely fix the product in the test equipment, excluding its movement relative to the shaft of the servomotor. The designed test equipment can be used in the interests of other enterprises for testing products of various designs. Therefore, the device must be suitable for products of different sizes and shapes.

The 3D model of the device is shown in Figure 15. This device fixes not only the product, but the servomotor itself. The device consists of a base, two profiles and countersunk head screws in the number of four pieces. Profiles are removable

elements. Each profile is processed to the dimensions of the tested product, thus, it is possible to install products of different sizes in the test equipment. The profile has four holes for fixing the product and one hole that is centered on the product relative to the motor. The base is installed on the desktop (workbench) with a screw connection, for which there are six holes in the base.

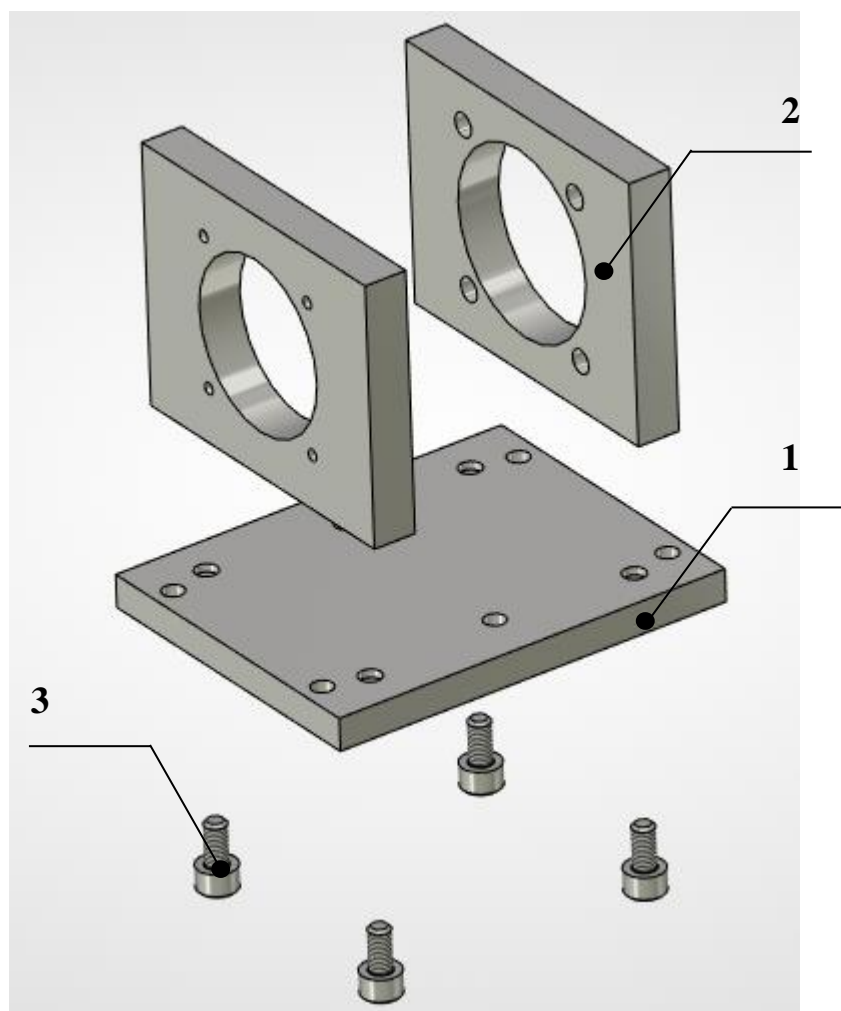


Figure 15 - 3D model of the special fixing device,
where 1 - base, 2 - profiles (2 pcs.), 3 - screws (4 pcs.)

The profile is installed in the base, as shown in Figure 16, by combining the threaded holes in the profile and the base holes. Then the screws GOST R ISO 4762-2012 with countersunk head and hexagonal recessed key are installed in the aligned holes. Each profile is developed individually for the product and motor, taking into account the overall dimensions.

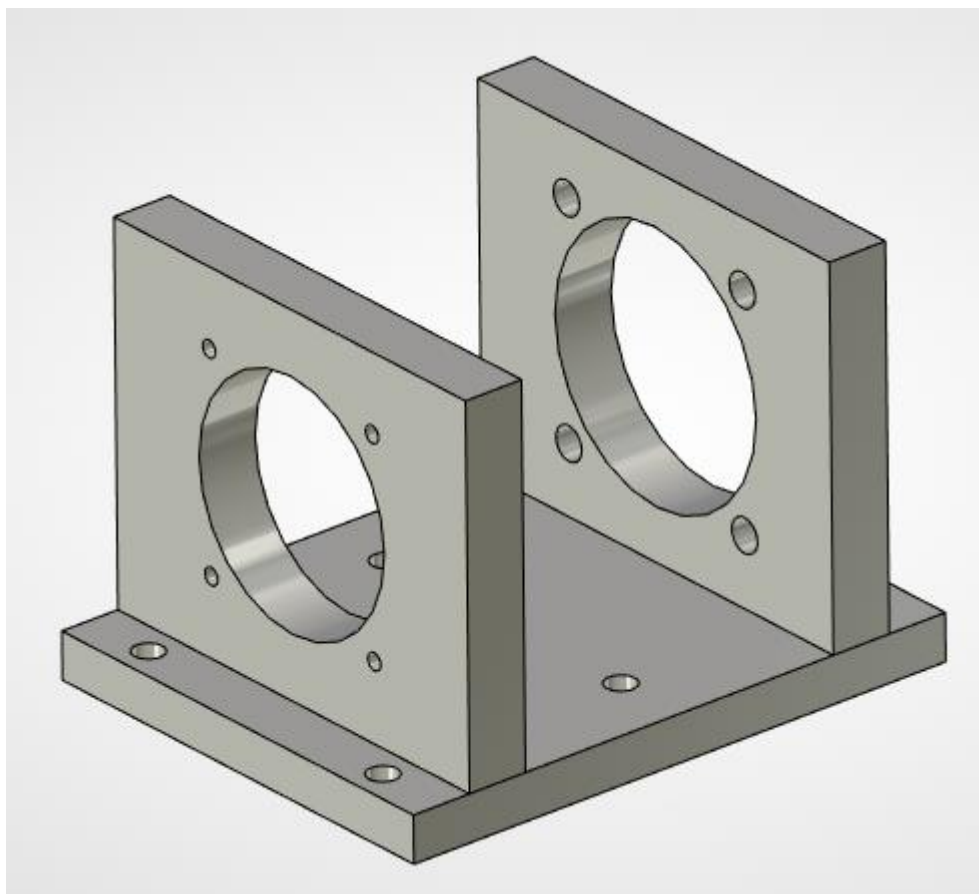


Figure 16 - 3D model of the special fixing device

This device must be marked. The device has been given the number 441579.003 according to the "All-Russian classifier of products and design documents OK 012-93" [9]. The first two digits correspond to the selected class of the ESKD classifier suitable for the application of this device. The class of ESKD classifier 44 is selected: "Specific technological equipment". Figure 1 corresponds to the subclass "Test equipment for testing for external factors and functional tests", figure 5 - group "Components", figure 7 - subgroup "Adaptations to equipment for testing electromagnetic, electrical, thermal, radiation, biological factors, special media and other combined factors ".

The last figure corresponds to the type of factors. Since the tests for switching and mechanical wear resistance imply several influencing factors, therefore the "Other" type is selected under the figure 9. The four digits after the dot indicate the

serial number of the fixing device at the enterprise registered in the log of the technological equipment.

Device 441579.003 is made of stainless steel grade 12Cr18Ni10Ti. The device is made from a single sheet for a base with dimensions of 16x194x154 mm and two sheets for profiles measuring 20x120x150 mm. A set of drawings of the device is presented in Appendix B. The technological process for manufacturing the base is presented in Appendix C.